

Unexamined Patent Publication No. 2000-280355

Publication date: October 10, 2000

Application No. 11(1999)-86910

Filing date: March 29, 1999

Applicant: MINOLTA CO., LTD.

Inventor: Shigeaki Tochimoto

Title of Invention:

Apparatus and Method for Building Three-Dimensional Object

Claims:

1. An apparatus for building a three-dimensional object by forming and depositing a plurality of laminae corresponding to horizontal cross-sections of the three-dimensional object, each of said laminae formed by injecting a predetermined material, comprising

a building stage having a building surface on which said plurality of laminae are formed and deposited, and projection forming means for forming predetermined types of projections on the building surface of the building stage, wherein

the three-dimensional object is built on the building surface after formation of the projections thereon.

2. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 1, wherein

the projection forming means comprises

a plurality of stage segments corresponding to individual area segments formed by segmenting the building surface, and

stage segment driving means for individually driving the stage segments in the directions vertical to the building surface.

3. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 2, wherein

the stage segment driving means is linear driving means which drives the stage segments in linear motion in the directions vertical to the building surface.

4. An apparatus for building a three-dimensional object according to Claim 2, wherein

the stage segment driving means comprises

rotary driving means for realizing rotary motion, and

motion conversion means for converting the rotary motion to motion in the directions vertical to the building surface.

5. An apparatus for building a three-dimensional object according to any of Claims 1-4, wherein

the projection forming means comprises

filling member arranging means for delivering and arranging filling members of predetermined shapes onto the building surface.

6. A method for building a three-dimensional object by forming and depositing a plurality of laminae corresponding to horizontal cross-sections of the three-dimensional object, each of said laminae formed by injecting a predetermined material, comprising the steps of

forming predetermined types of projections on a building surface of a building stage, said building surface being provided for forming and depositing said plurality of laminae thereon, and

injecting the predetermined material onto the building surface to deposit said plurality of laminae thereon after the step of forming the projections.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-280355  
(P2000-280355A)

(43) 公開日 平成12年10月10日 (2000. 10. 10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 2 9 C 67/00  
// B 2 9 K 31:00  
77:00  
B 2 9 L 9:00

識別記号

F I  
B 2 9 C 67/00

テーマコード(参考)  
4 F 2 1 3

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平11-86910

(22) 出願日 平成11年3月29日 (1999. 3. 29)

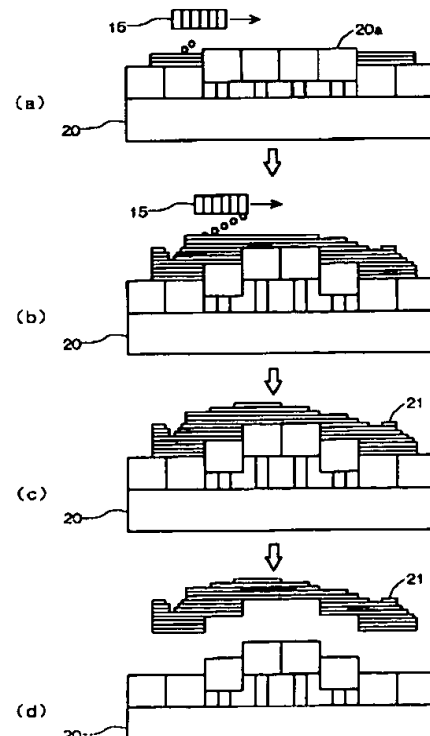
(71) 出願人 000006079  
ミノルタ株式会社  
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル  
(72) 発明者 橋本 茂昭  
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内  
(74) 代理人 100089233  
弁理士 吉田 茂明 (外2名)  
Fターム(参考) 4F213 AA13 AA29 AG03 AG05 WA25  
WA33 WF25 WL10 WL67 WL95

(54) 【発明の名称】 三次元造形装置および三次元造形方法

(57) 【要約】

【課題】 三次元造形物の造形を効率よくかつ安価に行うこと。

【解決手段】 三次元造形物 21 を造形する際の基盤となるステージ 20 上に対して所定の突出形状を形成する突出形状形成手段として、例えば、ステージ 20 の造形面が複数の小領域に分割されるとともに、その小領域ごとに1つの分割ステージ 20 b を設ける。そして、各分割ステージ 20 a を個別に駆動することで、ステージ 20 の造形面上に所定の突出形状を形成するのである。そして、この状態でノズルヘッド 15 からの樹脂の吐出を開始することで造形を行うことにより、突出形状部分は樹脂を吐出する必要がなくなり、効率的にかつ安価に三次元造形を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を所定の材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで前記造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、

前記層体を順次積層していくための造形面を有するステージと、

前記ステージの前記造形面上に所定の突出形状を形成させる突出形状形成手段と、を備え、

前記突出形状が形成された前記造形面上に三次元造形物を生成することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の三次元造形装置において、

前記突出形状形成手段は、

前記造形面が複数の小領域に分割され、それぞれの小領域ごとに設けられた複数の分割ステージと、

前記複数の分割ステージを前記造形面に垂直な方向にそれぞれ個別に駆動させる小領域駆動手段と、を備えることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の三次元造形装置において、

前記小領域駆動手段は、直線方向の駆動を行う直線式駆動手段であり、前記直線方向を前記造形面に垂直な方向とすることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の三次元造形装置において、

前記小領域駆動手段は、

回転方向の駆動を行う回転式駆動手段と、

前記回転方向の駆動を前記造形面に垂直な方向となる直線方向への駆動に変換する駆動変換手段と、を備えることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記突出形状形成手段は、

所定形状の充填部材を前記造形面上に搬送するとともに所定位置に配置する充填部材搬送手段を備えることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 6】 造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を所定の材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで前記造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、

前記層体を順次積層していくためのステージの造形面上に所定の突出形状を形成する工程と、

前記突出形状の形成されたステージ上に前記材料を吐出することによって前記層体を順次に積層していく工程と、を有することを特徴とする三次元造形方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、三次元造形装置および三次元造形方法に関するものであって、とりわけ樹脂を液体あるいは流体状態でインクジェット方式等によって噴出し、硬化させ、これを積層することによって、目的とする三次元造形物を製造する三次元造形装置および三次元造形方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面ごとに樹脂を順次積層することによって立体造形を行い、造形対象物の三次元モデルとなる造形物を生成する装置が知られている。

【0003】 図 26 は、このような従来の三次元造形装置 100 を示す概略図である。この三次元造形装置 100 において、コンピュータ 111 は三次元形状の造形対象物をデータ化し、それを幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データの送り出しを行う。駆動制御部 112 はコンピュータ 111 からの断面データを取り込み、そのデータに従って、インクジェットヘッド 115、XY 方向駆動部 113 および Z 方向駆動部 114 を制御する。この駆動制御部 112 の制御により、XY 方向駆動部 113 が作動するとともにインクジェットヘッド 115 より熱可塑性樹脂を小滴として吐出することにより、コンピュータ 111 から与えられた断面データに基づく断面形状が造形される。そしてステージ 116 上に吐出された熱可塑性樹脂は放熱・冷却されて熔融状態から固体に変化して硬化する。このような動作によって一層分の断面体すなわち層体を作り出される。

【0004】 その後、駆動制御部 112 によって Z 方向駆動部 114 が制御され、ステージ 116 は一層分の厚さに相当する距離だけ降下する。そして上記と同様の動作を行うことにより一層目の上側に新たな層が積層される。このように連続的に作り出された幾層もの薄い層体が積層されて造形物 117 が造形される。

【0005】 また、造形物 117 がオーバーハング形状を有する場合には、コンピュータ 111 において造形対象物のデータ化を行う際に必要に応じてオーバーハング支持部形状が付加される。そして駆動制御部 112 は、上記造形物の造形と同時に、そのオーバーハング支持部形状に基づいて三次元造形物を造形するための熱可塑性樹脂とは熔融温度の異なる熱可塑性樹脂をインクジェットヘッド 118 から小滴として吐出させることによりオーバーハング支持部 119 を形成する。

【0006】 そして、積層完了後に造形物を上記支持部用樹脂の融点より高く、上記造形物用樹脂の融点より低い温度に加熱・保温することにより、オーバーハング支持部 119 を形成している樹脂を溶融除去することができ、所望の三次元造形物を得ることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の三次元造形装置ではステージ 116 の造形面において全

ての層体をインクジェットヘッド 115 から樹脂の小滴を吐出していくことによって形成していくため、最終的な三次元造形物を得るのに長時間を要するという問題があった。また、三次元造形物の全体がインクジェットヘッド 115 から吐出される樹脂によって造形されるため、造形用としての材料である熱可塑性樹脂の消費量が多く、造形に要するコストが高いという問題があった。

【0008】そこで、この発明は、三次元造形物の造形を効率よくかつ安価に行うことができる三次元造形装置および三次元造形方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を所定の材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで前記造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、前記層体を順次積層していくための造形面を有するステージと、前記ステージの前記造形面上に所定の突出形状を形成させる突出形状形成手段とを備え、前記突出形状が形成された前記造形面上に三次元造形物を生成することを特徴としている。

【0010】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の三次元造形装置において、前記突出形状形成手段は、前記造形面が複数の小領域に分割され、それぞれの小領域ごとに設けられた複数の分割ステージと、前記複数の分割ステージを前記造形面に垂直な方向にそれぞれ個別に駆動させる小領域駆動手段とを備えている。

【0011】請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の三次元造形装置において、前記小領域駆動手段は、直線方向の駆動を行う直線式駆動手段であり、前記直線方向を前記造形面に垂直な方向とすることを特徴としている。

【0012】請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 に記載の三次元造形装置において、前記小領域駆動手段は、回転方向の駆動を行う回転式駆動手段と、前記回転方向の駆動を前記造形面に垂直な方向となる直線方向への駆動に変換する駆動変換手段とを備えている。

【0013】請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の三次元造形装置において、前記突出形状形成手段は、所定形状の充填部材を前記造形面上に搬送するとともに所定位置に配置する充填部材搬送手段を備えている。

【0014】請求項 6 に記載の発明は、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を所定の材料を吐出することによって形成し、前記層体を順次積層していくことで前記造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、前記層体を順次積層していくためのステージの造形面上に所定の突出形状を形成する工程と、前記突出形状の形成されたステージ上に前記材料を吐出することによって前記層体を順次に積層し

ていく工程とを有している。

【0015】

【発明の実施の形態】<1. 第 1 の実施の形態>この実施形態は、三次元造形物を造形する際の基盤となるステージを複数の小領域に分割するとともに、その小領域ごとに分割ステージを設けて各分割ステージを個別に駆動することで、ステージの造形面上に所定の突出形状を形成する突出形状形成手段としての機能を実現するものである。

【0016】以下、この発明の第 1 の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

【0017】<1-1. 三次元造形装置の全体的構成>図 1 は、この実施形態における三次元造形装置 10 を示す概略図である。この三次元造形装置 10 は、コンピュータ 11 と駆動制御部 12 と XY 方向駆動部 13 と Z 方向駆動部 14 とノズルヘッド 15 とタンク部 18 と溶融部 19 とステージ 20 とを備えて構成される。

【0018】コンピュータ 11 は内部に CPU やメモリ等を備えて構成される一般的な卓上型コンピュータ等である。このコンピュータ 11 は三次元形状の造形対象物をデータ化し、それを幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データを駆動制御部 12 に対して出力する。

【0019】駆動制御部 12 は、XY 方向駆動部 13 と Z 方向駆動部 14 と溶融部 19 とノズルヘッド 15 とステージ 20 とをそれぞれに駆動制御する制御手段としての機能する。駆動制御部 12 はコンピュータ 11 から断面データを取得すると、その断面データに基づいて上記の各部に対して駆動指令を与えることによりステージ 20 上に一層ごとの断面形状を積層していく。

【0020】XY 方向駆動部 13 はノズルヘッド 15 を X 軸および Y 軸によって規定される平面内で移動させるべく設けられた駆動手段であり、駆動制御部 12 からの駆動指令に基づいてノズルヘッド 15 をその平面における駆動範囲内で任意の位置に移動させることができる。

【0021】Z 方向駆動部 14 はステージ 20 上に三次元造形物の一層分の造形または数層分の造形が行われるごとにステージ 20 を下降させるべく設けられた駆動手段であり、駆動制御部 12 からの駆動指令に基づいてステージ 20 を鉛直な Z 軸に沿って移動させる。この Z 方向駆動部 14 が三次元造形物の造形が進むにつれてステージ 20 を下降させていくことにより、ステージ 20 上に積層生成される三次元造形物とノズルヘッド 15 とが接触することを回避することができるのである。

【0022】タンク部 18 はそれぞれ異なる種類の熱可塑性樹脂を収容する複数のタンク 18a~18e を備える。それぞれのタンク 18a~18e には、常温で固体状態であり、スティックのような塊状、ペレット状、あるいは粉末状の熱可塑性樹脂が収容される。また、溶融部 19 にはタンク部 18 に設けられたタンク 18a~1

8eのそれぞれに個別に温度調整が可能な溶融ヒータ19a~19eが設けられている。したがって、タンク18a~18eのそれぞれに収容される熱可塑性樹脂はそれぞれのタンク下方に設けられた溶融ヒータ19a~19eによって加熱・溶融されるのである。

【0023】ノズルヘッド15はXY方向駆動部13の下部に固定されており、XY方向駆動部13とともに一体となってXY平面内で移動自在となっている。また、ノズルヘッド15はタンク部18のタンク数と同数の吐出ノズル15a~15eを備えており、各タンク18a~18eにおいて溶融された熱可塑性樹脂は対応して設けられた各吐出ノズル15a~15eに加熱保温状態で供給される。各吐出ノズル15a~15eは溶融された熱可塑性樹脂を例えばインクジェット方式等で微小な液滴として吐出（噴出）するノズルである。各吐出ノズル15a~15eによる熱可塑性樹脂の吐出は駆動制御部12によって個別に制御されており、各吐出ノズル15a~15eから吐出される熱可塑性樹脂はノズルヘッド15に対向する位置に設けられているステージ20上に付着する。なお、吐出ノズル15eはオーバーハング形状を支持する支持部用となる樹脂を吐出するノズルである。

【0024】ステージ20は三次元造形物を生成するための基盤として機能し、各吐出ノズル15a~15eから吐出された熱可塑性樹脂はステージ20上にて放熱・冷却されて溶融状態から固体に変化して硬化する。

【0025】そしてステージ20の上面側すなわち造形面側は複数の小領域に分割されるとともに各小領域には分割ステージ20aが配置されている。図2はステージ20の詳細を示す図である。図2に示すようにステージ20の造形面側にはXY平面内に複数の分割ステージ20aが設けられている。そしてステージ20の内部側にはこれら複数の分割ステージ20を造形面に垂直な方向（Z軸方向）に個別に駆動するための複数の小領域駆動手段20bが設けられている。

【0026】この実施の形態では、複数の分割ステージ20aと各分割ステージ20aを個別に昇降駆動するための小領域駆動手段20bとがステージ20の造形面上に所定の突出形状を形成させる突出形状形成手段として機能する。つまり、分割ステージ20aを個別に昇降させることによって、ステージ20の造形面側に所定の突出形状を形成するのである。なお、各小領域駆動手段20bは図2に示すようにそれぞれ駆動制御部12によって個別に駆動制御されるように構成されている。

【0027】このように分割ステージ20aを個別駆動してステージ20の造形面に対して所定の突出形状を形成することにより、三次元造形物の造形の際、突出形状の体積に相当する樹脂の吐出を行わなくてもよくなるので、吐出される造形用の樹脂の吐出量を低減することができるとともに、効率的に三次元造形物の造形を行う

とが可能になる。特にレリーフ等の三次元造形物を造形する場合、裏面側が凹形状になっても特に問題とならないこともあり、三次元造形物の造形を効率よくかつ安価に行うことができる。

【0028】さらにこのように分割ステージ20aを個別駆動して造形面上のオーバーハング支持部22に対応する部分に所定の突出形状を形成することにより、支持部用樹脂の吐出量をも低減させることができ、この点からも三次元造形物の造形を効率よくかつ安価に行うことができるのである。

【0029】また、この実施の形態では、複数の色を有する三次元造形物や任意の混合色からなる三次元造形物を作成するために、三次元造形物の彩色が必要な部分には着色された樹脂を使用する。一方、三次元造形物の彩色が不要な部分には無彩色または無着色の樹脂を使用する。このため、上記タンク部18の各タンク18a~18eのうち、タンク18a~18cには三次元造形物に有彩色の着色作用を施すためにそれぞれ異なる色成分に着色された樹脂が収容されており、タンク18dには主として造形時において使用する無彩色または無着色の樹脂が収容されている。なお、無彩色または無着色の樹脂としては自然色のもを使用してもよいし、白色あるいは淡い色に着色されている樹脂を使用してもよい。

【0030】具体的には、タンク18a~18cにはそれぞれY（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）に着色された樹脂が収容されており、タンク18dにはW（ホワイト）に着色された樹脂が収容されている。さらにタンク18eには支持部用樹脂が収容されている。なお、支持部用樹脂以外の樹脂は同一の樹脂材料であってもよいし、異なる樹脂材料であってもよい。例えば、それぞれに各色成分の着色剤と相性のよい樹脂を用いてもよい。

【0031】また、この実施の形態では積層造形に用いる樹脂の一例として上記のように熱可塑性樹脂を利用する。室温では固体であり、かつ融点が低く、溶融粘度の低い樹脂が造形容易であり、例えば高分子量のポリスチレン、ポリカプロラクトンなどが挙げられる。

【0032】また、熱可塑性樹脂以外にも光硬化性樹脂や熱硬化性樹脂を利用することも可能であるが、その場合には、上述した溶融部19は不必要となる反面、ステージ20上に付着した樹脂を硬化させるためのエネルギー線照射装置が必要となる。

【0033】オーバーハング支持部22を形成するための支持部用樹脂としては、三次元造形物の造形用となる他の樹脂よりも融点の低い熱可塑性樹脂を用いる。例えばワックス系の樹脂、アジペート系エステルなどがある。そのような支持部用樹脂を使用することによって、オーバーハング支持部22を含む積層完了後の造形物の温度を支持部用樹脂の融点以上、造形用樹脂の融点以下の温度におくことで、支持部用樹脂のみを溶融・除去す

ることで所望の三次元造形物の完成品を得ることができるのである。

【0034】＜1-2. 三次元造形装置10における動作＞次に、この三次元造形装置10における動作について説明する。図3はこの実施形態における三次元造形装置10の動作の一例を示すフローチャートである。

【0035】まず、コンピュータ11が、三次元形状であり表面にカラー模様等が施された造形対象物がモデルデータとしてデータ化される（ステップS1）。造形するためのものとなる造形対象物のデータには一般の三次元CADモデリングソフトウェアで作成されるカラー三次元モデルデータを使用することができる。また、三次元形状入力装置で計測された形状データおよびテクスチャを利用することも可能である。

【0036】このようにして得られるモデルデータにおいて色情報は三次元モデルの表面にのみ付与されている場合と、三次元モデルの内部まで付与されている場合とがある。後者の場合でも造形に際してモデル表面の色情報のみを使用することも可能であるし、モデル内部の色情報も使用することも可能である。

【0037】また、このデータ化を行うとき、造形対象物がオーバーハング形状を有する場合にはオーバーハング支持部形状が付加される。

【0038】そして、そのモデルデータから、造形する際の積層厚さに基づいて造形対象物をスライスした各断面ごとの断面データを生成する（ステップS2）。モデルデータから積層する樹脂の層分の厚みに相当する厚さピッチでスライスされた断面体を切り出し、断面形状および彩色領域のデータを作成する。

【0039】図4および図5はステップS2で生成される断面データの一例を示す図である。図4に示すように、モデルデータからある断面体を切り出し、格子状に細分化し、各ボクセルごとに色情報を持たせた断面データを得ることができる。つまり、この断面データでは二次元画像のビットマップと同様の形態で色情報を持つことができるのである。

【0040】図5に示すようにモデルデータにおいてオーバーハング形状を有する場合には、そのオーバーハング形状を支持するために造形する支持部情報も含まれている。そして、ステージ20の各分割ステージ20aを個別に昇降させて三次元造形物21の裏面側に凹形状を形成する場合には、図5に示すように造形用の断面データ生成時において各分割ステージ20aによる昇降動作を考慮して造形部分から造形不要部分（造形面に形成される突出形状によって樹脂の吐出が不要となる部分）を除去したデータを生成しておく。さらに、オーバーハング支持部22の一部を突出形状によって構成しようとする場合も支持部情報のうちから支持部用樹脂による造形不要部分を除去したデータを生成しておく。

【0041】このようにしてコンピュータ11で生成さ

れた断面データは駆動制御部12に送られる。

【0042】ステップS3においては、断面データを作成するときに用いた積層厚さに関する情報がコンピュータ11から駆動制御部12に入力される。

【0043】次のステップS4以降については駆動制御部12が各部を制御することによって行われる動作である。ステップS4ではステージ20を一層目の断面形状（すなわち、最初の層体）を吐出造形するために適した位置に上昇させる。これにより、ステージ20とノズルヘッド15との位置関係は所定の位置関係となり、ノズルヘッド15の各吐出ノズル15a～15eから吐出される樹脂はステージ20上の適切な位置に付着するのである。

【0044】そしてステップS5において、駆動制御部12は断面データにおける造形不要部分に基づいて複数の分割ステージ20aを個別に昇降駆動してステージ20の造形面側に所定の突出形状を形成する。この結果、上昇駆動された分割ステージ20aによって本来水平なステージ20の造形面上に突出形状が得られる。なお、このときの分割ステージ20aの駆動距離（上昇距離）は分割ステージ20aがノズルヘッド15の各吐出ノズル15a～15eに接触しない程度に制御される。

【0045】そしてステージ20および分割ステージ20aの移動が終了するとステップS6に進み、駆動制御部12の内部に設けられた図示しないデータ変換手段で断面データに対して階調変換等のデータ変換が行われ、各吐出ノズル15a～15eから吐出される液滴サイズに適した層形状や彩色等に関する情報が生成される。なお、層形状に関する情報の生成の際には、ステージ20の造形面側に形成された突出形状に応じて造形不要部分が除去されている。

【0046】ステップS7では上記のデータ変換によって生成された層形状、彩色情報に従って駆動制御部12がXY方向駆動部13に駆動指令を与えることによりノズルヘッド15を所定方向に移動させるとともに、その移動に伴って各吐出ノズル15a～15eからの樹脂の吐出を適宜に行わせる。

【0047】三次元造形物に彩色を行う際には造形対象物から導かれた彩色情報に基づいてY、M、Cのそれぞれに着色された樹脂を吐出することにより、三次元造形物のカラー造形を行う。一方、三次元造形物の彩色の必要のない部分について樹脂の吐出を行う際にはWに着色された樹脂を吐出することにより、三次元造形物の造形を行う。また、オーバーハング形状を有する場合にはオーバーハング部を支持するオーバーハング支持部22を造形するために支持部用樹脂を吐出する。

【0048】このとき、分割ステージ20aによって形成された突出形状部分には樹脂の吐出が行われない。したがって、三次元造形物の裏面側に吐出される造形用の樹脂および三次元造形物がオーバーハング形状を有する

場合に吐出される支持部用樹脂の吐出に要する時間を短縮することができ、効率的に造形を行うことが可能になる。また、造形用樹脂と支持部用樹脂との消費量を低減することもできる。

【0049】そして、ステージ20上に付着する樹脂は自然放熱、又は、ステージ20若しくは各分割ステージ20aの内部側に設けられた図示しない冷却手段によって冷却されて熔融状態から固体に変化して硬化する。

【0050】このようにしてステップS7において三次元造形物の一層分の断面体である層体の造形が行われるのである。

【0051】そして、一層分の造形が終了するとステップS8に進んで、駆動制御部12が三次元造形物の造形が完了したかどうかを判断し、「NO」と判断された場合はさらに次の層の造形を行うべくステップS4に戻り、「YES」と判断された場合は造形動作は終了する。

【0052】なお、ステップS4に戻った場合は、ステージ20を造形された一層の高さ寸法分だけ下降させ、次の層の造形時においてノズルヘッド15とステージ20上に積層されていく造形物との位置関係を適切な位置関係に修正する。そしてステージの移動後、ステップS5において必要であれば各分割ステージ20aをさらに駆動してステージ20の造形面側に形成される突出形状を再形成する。なぜなら、最初に分割ステージ20aを駆動して突出形状を形成するときには、ステージ20とノズルヘッド15との間隔から分割ステージ20aの駆動距離は制限されており、三次元造形物の裏面側に形成したい凹形状の高さ寸法に満たない場合があるため、積層が進むにつれてステージ20aとノズルヘッド15との間隔が広がっていくのに従って分割ステージ20aを再駆動させれば凹形状の高さ寸法を所望の高さ寸法にすることができるからである。

【0053】なお、高精度に作る場合、または、造形された一層分の厚さより断面データを作成するときに用いた積層厚さに関する情報が小さいときには、一層ごとにカッターで削って高さをそろえるようにしてもよい。また、造形された一層分の厚さより断面データを作成するときに用いた積層厚さに関する情報が大きいときは、実際の積層厚さが断面データ作成時に用いた厚さに達するまで同じ断面データに基づいて造形を繰り返すようにしてもよいし、一層分の造形の際に1つの場所に複数滴ずつ積んでいくようにしてもよい。

【0054】それ以後は上記の動作を繰り返すことにより、一層目の上側に二層目の新たな層体が積層されるのである。そして、このような動作を断面体の数の分だけ繰り返すことにより、ステージ20上に一層ごとのカラー化された層体が順次積層されていき最終的に造形対象物の三次元造形物21がステージ20上に造形されるのである。そして造形される三次元造形物21には分割ス

テージ20aによる突出形状に応じた形状となる。また、オーバーハング支持部22も分割ステージ20aによる突出形状に応じた形状となる。

【0055】図6は図3のフローチャートのステップS4～S8を繰り返すことによって造形が行われる過程を示す図である。図6に示すように裏面が凹形状のレリーフの造形を行う場合、各層ごとの造形が行われる度に各分割ステージ20aを個別に昇降制御することで三次元造形物21の裏面側に凹形状を有する造形を行うことが可能になる。すなわち、まず、図6(a)に示すように凹形状に対応する領域の分割ステージ20aをノズルヘッド15と接触しない程度まで上昇させ、この状態で凹形状以外の造形を行う領域にノズルヘッド15より樹脂を吐出していく。そして、造形が進み、ステージ20が下降するのに伴って、凹形状に対応する領域の分割ステージ20aをノズルヘッド15に接触しない程度に上昇させていく(図6(b))。そして造形が完了すると、三次元造形物21の裏面側には所定の凹形状が形成される(図6(c)、(d))。このように分割ステージ20aによってステージ20の造形面側に突出形状を形成する構成を採用することで、三次元造形物21の裏面側に所望の凹形状を形成することができ、裏面側において使用される造形用の樹脂の使用量を低減することができるとともに、造形速度の高速化を図ることが可能になる。この結果、三次元造形物21の制作コストを低減し、効率的な造形を行うことができるのである。また、このような分割ステージ20aをオーバーハング形状の支持部において昇降動作させることで支持部用樹脂の使用量の低減を行うことも可能になる。

【0056】なお、三次元造形物21の裏面側に形成される凹形状をそのまま放置することは好ましくない場合がある。この場合には、凹形状部分に所定形状の充填部材を充填すればよい。

【0057】図7は上記のようにして得られる三次元造形物21の凹形状部分に所定形状の充填部材を充填する過程を示す図である。まず、上記のようにして図7

(a)に示すように三次元造形物21を生成する。このようにして得られる三次元造形物21は図7(b)に示すように裏面側に凹形状Bが形成される。そして、所定の充填部材補充手段1を別途設け、図7(c)に示すように充填部材補充手段1によって三次元造形物21の裏面側に形成された凹形状部分Bに所定形状の充填部材2を順次に充填していくとともにその接着を行う。なお、充填部材としてはブロック状の樹脂等を使用すればよい。そして、凹形状部分Bの全体に充填部材2を充填した後、充填部材2と三次元造形物21とを接着すれば図7(d)に示すように凹形状部分が充填された三次元造形物21が得られる。

【0058】三次元造形物21がオーバーハング形を有する場合には、図3に示すフローチャートが終了し、



ときにはオーバーハング支持部22が一体となって造形されている(図1参照)。このため、造形完了後、三次元造形物を支持部用樹脂の融点よりも高く、かつ、他の樹脂の融点よりも低い温度下に置くことでオーバーハング支持部22のみを溶融させて取り除く。このように支持部用樹脂を使用することによって造形対象物が複雑な形状であってもその三次元造形物を生成することができるのである。

【0059】以上、この実施形態における三次元造形装置10の概略構成とその動作について説明したが、コンピュータ11にCAD/CAM/CAEのシステムを導入すれば、造形の際のスピードアップ化とデザインの質的向上をおしすすめることも可能である。

【0060】<1-3. 小領域駆動手段20b>次に、各分割ステージ20aを個別に駆動するために設けられた小領域駆動手段20bについて説明する。各小領域駆動手段20bは上述のように1つの分割ステージ20aをステージ20の造形面に垂直な方向に駆動させるものである。このような機能を実現するためには、①リニアアクチュエータ等のように直線方向の駆動を行う直線式駆動手段20b(1)を利用し、その直線的駆動方向をステージ20の造形面に垂直な方向として構成する例と、②回転式アクチュエータ等のように回転方向の駆動を行う回転式駆動手段20b(2)とその回転方向の駆動をステージ20の造形面に垂直な方向となる直線方向への駆動に変換する駆動変換手段20b(3)とで構成する例とが考えられる。

【0061】ここではこれらの一構成例について説明する。図8ないし図10はいずれも小領域駆動手段20bの一構成例を示す図である。

【0062】まず図8に示す小領域駆動手段20bは、連結部材61と回転ネジ62とステッピングモータ63とによって構成される。そして、ステッピングモータ63が駆動制御部12からの指令に基づいて回転ネジ62を回転させると、連結部材61が回転ネジ62の軸方向に沿って移動する。この結果、連結部材61の上部に連結された分割ステージ20aが昇降移動する。

【0063】次に図9に示す小領域駆動手段20bは、伸縮軸64とリニアアクチュエータ65とによって構成される。リニアアクチュエータ65としては圧電素子を利用した直動アクチュエータ、電磁リニアアクチュエータ、ソレノイド、エアシリンダ等が挙げられる。そして、リニアアクチュエータ65が駆動制御部12からの指令に基づいて伸縮軸64を伸縮駆動させると、伸縮軸64の上部に連結された分割ステージ20aが昇降移動する。

【0064】次に図10に示す小領域駆動手段20bは、ガイドローラ66とラック67とピニオン68とモータ69によって構成される。そして、モータ69が駆動制御部12からの指令に基づいてピニオン68を回転させると、その回転駆動がラック67に伝達され、ラッ

ク67がガイドローラ66によって規定される配置方向に沿って直線的に移動する。この結果、ラック67の上部に連結された分割ステージ20aが昇降移動する。

【0065】このように小領域駆動手段20bは任意の駆動方式によって実現可能である。また、このような小領域駆動手段20bによって分割ステージ20aは個別に駆動されるように構成され、各分割ステージ20bが造形面に垂直な方向に適切に駆動されるのである。

【0066】<1-4. 彩色について>次に、この実施形態における造形過程での彩色について説明する。この実施形態では、三次元造形物21にY、M、Cの3原色に着色された複数の樹脂を積層していくことにより、三次元造形物21の造形過程での彩色を行っている。

【0067】吐出ノズル15a~15cのそれぞれからは減色混合によって異なる色成分を表現することができるY、M、Cの各色成分に着色された樹脂が吐出される一方、吐出ノズル15dからは白色の樹脂が吐出される。ここで、無着色の樹脂は一般的に白色やクリーム色等のものがあるため、吐出ノズル15dから吐出する樹脂を無着色状態において白色のものをいれればよい。

【0068】このように吐出ノズル15dから吐出される三次元造形物21の造形用として白色の樹脂を使用することにより、各吐出ノズル15a~15dから吐出される微小な樹脂の液滴の集合によって混色あるいは色の階調を表現することができる。

【0069】一般に、彩色を行うためにはY、M、Cの三原色を混色すればよいが、色の濃淡を表現するためには三原色に加えて白色に着色された樹脂を吐出して混色することが有効となる。一般のプリンタ等では白色の紙にインク、トナー等で字、画像をプリントしていくため、基材となる紙の白色を利用すれば白色インクは必要ではなく、Y、M、Cの三色を使用するだけで原理的に各色成分の濃淡を表現することができる。しかしながら、三次元造形のように基材となるものが存在しない場合には白色の樹脂を使用することが特に有益となるのである。

【0070】つまり、Y、M、Cの各色成分を混合することによって暗い色を表現することができるが、白色は表現することはできないため、内部造形用として白色等淡い色の樹脂を準備し、この白色の樹脂を表面彩色の際にも使用すれば、三次元造形物21に対して適切な彩色を施すことが可能になる。

【0071】このようにして三次元造形物21に彩色を施す際の濃淡を表示する場合の樹脂の吐出形態の一例について説明する。

【0072】図11は、シアンについての階調表現の一例を示す図である。駆動制御部12において所定の階調変換が行われると、断面データに含まれる多値の階調データは一定領域を有する2値データに変換される。この2値データは各吐出ノズル15a~15eをON/OFF

F 制御するための情報となる。

【0073】図11にはこの一定領域を示しており、この彩色のための一定領域内への各色成分の樹脂の吐出パターンを変化させることにより、階調表現や混合色表現を行うことが可能になる。淡いシアンを表示する場合には一定領域にシアンを1滴吐出し、他の領域にはホワイトを吐出する。また、濃いシアンを表示する場合には一定領域の全体にシアンを4滴吐出する。このように一定領域に対するシアンの樹脂とホワイトの樹脂との吐出割合を変化させることにより、淡いシアンから濃いシアンへの階調変化を適切に表現することが可能になる。

【0074】なお、図11の例では説明の都合上、階調変換によって生じる彩色のための一定領域を4個の吐出領域で示しているが、これに限定するものではない。例えば、断面データにおいて256階調を有している場合であってその階調を低下させずにON/OFF制御のための2値データに変換する場合、一定領域内には256個の吐出領域が定められる。

【0075】次に、図12は淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。図12の左端は淡いシアンを表現する際のCとWとの吐出パターンであり、右端は淡いイエローを表現する際のYとWとの吐出パターンである。淡いシアンからシアンとイエローとの混合色を経て淡いイエローへと変化させる際には図12に示すように一定領域内へのCとYとWとを吐出する割合を適宜に変化させていくことによってそのような色の变化を表現することが可能になる。

【0076】また、図13には上記の彩色のための一定領域が複数個集合したものを示している。図13(a)はCとWとの吐出パターンを示しており、図13(b)は(a)の吐出パターンによって表現される彩色形態を具体的に示している。図13に示すように駆動制御部12が吐出パターンを制御することによって三次元造形物21の造形過程における彩色を行うことが可能になる。

【0077】ところで、隣接する複数の一定領域において同一の階調を表示しようとする場合、吐出パターンが同一であるとそのパターンの規則的配置によって造形対象物にはない模様が三次元造形物21上に現れる場合がある。このような事態を回避するために同一の階調を表示する場合であっても吐出パターンを変化させることが好ましい。図14は吐出パターンを変化させる例を示す図であり、(a)は1滴のシアンに対して3滴のホワイト、(b)は2滴のシアンに対して2滴のホワイト、

(c)は3滴のシアンに対して1滴のホワイトをそれぞれ吐出する例を示している。同じ階調が隣接する場合には駆動制御部12が吐出パターン決定手段として機能し、各吐出ノズル15a~15dからの吐出パターンをシアンが1滴の場合は図14(a)に示すように、またシアンが2滴の場合は図14(b)に示すように、さらにシアンが3滴の場合は図14(c)に示すようにそれ

ぞれ変化させることにより、造形対象物にはない模様が三次元造形物21上に現れることを回避することができる。ここで、図14(a)、(b)、(c)の各図においていずれの吐出パターンを選択するかはランダムに決定してもよいし、規則的に決定してもよい。

【0078】このようにこの実施形態では、三次元造形物21を造形する際にY、M、Cに着色された樹脂と、白色の樹脂とを使用することにより、造形過程において三次元造形物に対して造形対象物に応じた彩色を施していくことができる。

【0079】なお、吐出ノズル15a~15cから吐出される着色された樹脂はそれぞれ他の色成分(例えば、R(赤)、G(緑)、B(青)等)に着色されていてもよいが、Y、M、Cの三原色に着色された樹脂を使用してこれらを混合することにより、三次元造形物21に中間色等の全ての色成分の彩色することができるという効果がある。

【0080】また、吐出ノズル15dから吐出される内部造形用の樹脂は白色に限定されるものではなく、クリアム色等の樹脂であってもよい。ただし、生成される三次元造形物21において造形対象物の白色や階調を鮮明に再現するためには、内部造形用として白色の樹脂を使用することが望ましい。

【0081】さらに、三次元造形物21の表面側に黒色を再現する場合には、Y、M、Cの三色を吐出することで黒色を表現することができるが、鮮明な黒色を再現するために別途黒色に着色された樹脂を吐出するための吐出ノズルを設けてもよい。

【0082】＜1-5. ノズルヘッドの構成＞次に、上記の三次元造形装置10におけるノズルヘッド15の構成例について説明する。

【0083】ノズルヘッド15における各吐出ノズル15a~15eはそれぞれに圧電アクチュエータ等の圧力発生手段が設けられており、当該圧力発生手段によってノズル内部に供給される溶融状態の樹脂に対して一定の圧力が付与されてノズル先端部から液滴状の樹脂が吐出されるように構成されている。

【0084】このような構成にすることにより、駆動制御部12が各吐出ノズル15a~15eの圧力発生手段を独立に駆動制御することが可能になり、それによって各色に着色された樹脂やその他の樹脂の吐出を個別に制御することができるのである。

【0085】また、このようにノズルヘッド15に設けられる各吐出ノズル15a~15eが個別に制御可能であることから、ノズルヘッド15の構成例についてもいくつかの実施例が考えられる。

【0086】まず第1に、上記のように個別に制御可能なノズルヘッド15では、図1に示すような複数の吐出ノズル15a~15eが直線状に配置されたノズルユニットをさらに複数個並設することが考えられる。

【0087】図15は、三次元造形物に彩色を施すためのノズルヘッド15の構成の一例を示す図であり、図15(a)は三原色に着色された樹脂と白色の樹脂と支持部用樹脂との5種類の樹脂を個別に吐出する構成例を示しており、(b)はさらに黒色の樹脂を吐出する構成例を示している。図15において、Yはイエローの樹脂、Mはマゼンタの樹脂、Cはシアンの樹脂、Wはホワイトの樹脂、Sは支持部用樹脂、Kは黒色の樹脂をそれぞれ吐出するための吐出ノズルである。

【0088】図15に示すように、複数の吐出ノズル15a~15e(又は15a~15f)が直線状に配置されたものを1つのノズルユニット17として構成し、このノズルユニット17を複数個並設することによって複数の吐出ノズルをマトリクス状に配置することで、効率よく、かつ確実に彩色造形を行うことが可能になる。例えば、ノズルヘッド15をX方向に移動させると、ノズルヘッド15のY方向の幅を1走査分として同時に造形することができるため、効率よく造形を行うことができ、造形時間の短縮化を図ることが可能になる。

【0089】図15において、複数の吐出ノズルの軸(すなわち吐出方向)はそれぞれ平行になるように配置されており、ノズルヘッド15のX方向またはY方向への移動タイミングに合わせて駆動制御部12が時系列的に各樹脂を吐出させることで一定領域内において複数色の樹脂を混色することができるのである。

【0090】また第2に、上記のように個別に制御可能なノズルヘッド15では、支持部用樹脂以外の樹脂を吐出する吐出ノズル15a~15d、15fのうち、Y、M、C(さらにはK)に着色された樹脂を吐出する吐出ノズル15a~15c、15fを造形用として設けられた白色の樹脂を吐出する吐出ノズル15dの周囲に配置することも考えられる。

【0091】図16はこのような配置構成の概念を示す図であり、(a)は側方からみた概念図であり、(b)は上方からみた概念図である。図16(b)に示すように吐出ノズル15a~15c、15fは内部造形用の樹脂である白色の樹脂の吐出ノズル15dの周囲に配置されており、図16(a)に示すように複数の吐出ノズル15a~15fの各軸(吐出方向)を彩色のための一定領域内で交差するように配置することで、彩色のための一定領域内に対しては同時に各色の樹脂を吐出することができる。このような吐出ノズル15a~15fを1つのノズルユニット17としたときに、このノズルユニット17を図17に示すように複数個配置することで、効率よくかつ確実に彩色造形を行うことが可能になる。なお、図17(a)は図16のノズルユニット17をY方向に直線状に配置したノズルヘッド15の例を示しており、図17(b)はXY平面内に配置したノズルヘッド15の例を示している。図17(a)の構成のノズルヘッド15をX方向に走査することで造形の隙間が生じる

場合には、図17(b)の構成を採用すればよい。

【0092】<2. 第2の実施の形態>この実施形態は、三次元造形装置が、ステージの造形面上に所定形状の充填部材を搬送する充填部材搬送手段を備える構成とし、その充填部材搬送手段が充填部材をステージの造形面上の所定位置に配置することで、ステージの造形面上に所定の突出形状を形成する突出形状形成手段としての機能を実現するものである。なお、充填部材としては例えばブロック状に形成された樹脂等が使用される。

【0093】また、この実施形態では、第1の実施の形態と異なり、三次元造形物に対して彩色を行うための着色剤として着色用のインクを使用し、造形用の材料として樹脂を使用する構成例を示す。

【0094】以下、この発明の第2の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

【0095】<2-1. 三次元造形装置の全体的構成>図18は、この実施形態における三次元造形装置30を示す概略図である。なお、図18において上記第1の実施の形態で説明した各部材と同一の作用効果を奏する部材については同一符号を付している。

【0096】この三次元造形装置30は、第1の実施の形態と同様に、コンピュータ11と駆動制御部12とXY方向駆動部13とZ方向駆動部14とノズルヘッド35とタンク部38と熔融部39とステージ20とを備えており、さらに、充填部材搬送手段として機能する充填部材搬送部45を備える。

【0097】コンピュータ11と駆動制御部12とXY方向駆動部13とZ方向駆動部14とステージ20とは上記第1の実施の形態と同一の作用効果を示すものであるため、ここではその説明を省略する。

【0098】この実施形態において第1の実施の形態と異なるものは、充填部材搬送部45とノズルヘッド35とタンク部38と熔融部39とである。

【0099】充填部材搬送部45は、駆動部45aと充填部材保持機構45bとを備えて構成される。駆動部45aは充填部材保持機構45bをX軸およびY軸によって規定される平面内で移動させるべく設けられた駆動手段であり、駆動制御部12からの駆動指令に基づいて充填部材保持機構45bをその平面における駆動範囲内で任意の位置に移動させることができる。充填部材保持機構45bは内部に複数の充填部材2を収容しており、駆動制御部12からの充填部材配置指令に基づいて収容している充填部材2をステージ20上に配置する。すなわち、この充填部材搬送部45は、ステージ20の造形面内において任意の位置にアクセスすることができ、充填部材2を配置することでステージ20の造形面上に所定の突出形状を形成する突出形状形成手段としての機能するのである。

【0100】次に、タンク部38は造形用と支持部用との融点の異なる熱可塑性樹脂をそれぞれに収容する2つ

のタンク 38 a、38 b と、異なる色成分のインクをそれぞれに収容する複数のタンク 40 a ~ 40 d とを備える。また、熔融部 39 には熱可塑性樹脂を収容するタンク 38 a、38 b とのそれぞれに対応して 2 つの熔融ヒータ 39 a、39 b が設けられている。このため、タンク 38 a、38 b のそれぞれに収容される熱可塑性樹脂はそれぞれのタンク下方に設けられた熔融ヒータ 39 a、39 b によって加熱・熔融される。一方、複数のタンク 40 a ~ 40 d に収容されるそれぞれのインクは常温で液体であるため熔融ヒータ等を設ける必要はない。

【0101】ノズルヘッド 35 は XY 方向駆動部 13 の下部に固定されており、XY 方向駆動部 13 とともに一体となって XY 平面内で移動自在となっている。また、ノズルヘッド 35 はタンク部 38 のタンク数と同数の吐出ノズル 35 a ~ 35 d、36 a、36 b を備えており、タンク 38 a、38 b において熔融された熱可塑性樹脂は対応して設けられた各吐出ノズル 36 a、36 b に加熱保温状態で供給されるとともに、タンク 40 a ~ 40 d に収容されている各色ごとのインクはそれぞれに対応する吐出ノズル 35 a ~ 35 d に供給される。各吐出ノズル 35 a ~ 35 d、36 a、36 b はインクまたは樹脂を例えばインクジェット方式等で微小な液滴として吐出（噴出）するノズルである。各吐出ノズルによるインクまたは樹脂の吐出は駆動制御部 12 によって個別に制御されており、各吐出ノズルから吐出されるインクまたは樹脂はノズルヘッド 35 に対向する位置に設けられているステージ 20 上に付着する。なお、吐出ノズル 36 a は造形用となる樹脂を吐出するノズルであり、吐出ノズル 36 b は支持部用となる樹脂を吐出するノズルである。

【0102】この実施の形態では、複数の色を有する三次元造形物や任意の混合色からなる三次元造形物を作成するために、三次元造形物の造形時において樹脂を吐出によって造形を行うとともに、彩色の必要な部分には樹脂に加えて異なる色成分のインクを使用する。三次元造形物を造形するための樹脂は特に着色の必要性がないため、無彩色または無着色の樹脂を使用する。このため、上記タンク部 38 の樹脂用となるタンク 38 a、38 b のうち、タンク 38 a には造形時において使用する無彩色または無着色の樹脂が収容されている。なお、無彩色または無着色の樹脂としては自然色のものを使用してもよいし、白色あるいは淡い色に着色されている樹脂を使用してもよい。また、タンク 38 b には支持部用樹脂が収容されている。

【0103】一方、タンク 40 a ~ 40 d にはそれぞれ Y（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）、W（ホワイト）のインクが収容されている。

【0104】なお、ステージ 20 の造形面側は格子状に分割されており、その各々は独立に昇降可能な分割ステージ 20 a として構成されている点については第 1 の実

施の形態と同様である。

【0105】<2-2. 三次元造形装置 30 における動作>次に、この三次元造形装置 30 における動作について説明する。図 19 はこの実施形態における三次元造形装置 30 の動作の一例を示すフローチャートである。この図 19 のフローチャートは、ほぼ図 3 のフローチャートと同様であり、異なる処理はステップ S70 である。

【0106】まず、ステップ S1 において造形対象物のデータ化が行われ、続いてステップ S2 において造形する際の積層厚さに基づいて造形対象物がスライスされた各断面ごとの断面データが生成される。そしてステップ S3 において断面データを作成するときに用いた積層厚さに関する情報がコンピュータ 11 から駆動制御部 12 に入力される。

【0107】そして、ステップ S4 においてステージ 20 を所定位置に移動させ、ステップ S5 において充填部材搬送部 45 が駆動されてステージ 20 上の所定位置に充填部材 2 が配置されてステージ 20 上に所定の突出形状が形成される。

【0108】そして、ステップ S6 においてデータ変換手段でのデータ変換が行われて各吐出ノズルから吐出される液滴サイズに適した層形状や彩色等に関する情報が生成される。

【0109】そして、ステップ S70 では上記のデータ変換によって生成された層形状、彩色情報に従って駆動制御部 12 が XY 方向駆動部 13 に駆動指令を与えることによりノズルヘッド 35 を所定方向に移動させるとともに、その移動に伴って各吐出ノズルからのインクまたは樹脂の吐出を適宜に行わせる。

【0110】三次元造形物の形状を造形するために造形用となる樹脂と支持部用樹脂とを吐出するとともに、三次元造形物に彩色を行う際には造形対象物から導かれた彩色情報に基づいて Y、M、C、W のそれぞれに着色されたインクを吐出することにより、三次元造形物のカラー造形を行う。

【0111】このとき、充填部材 2 によって形成された突出形状部分には樹脂の吐出が行われない。したがって、三次元造形物の裏面側に吐出される造形用の樹脂および三次元造形物がオーバーハング形状を有する場合に吐出される支持部用樹脂の吐出に要する時間を短縮することができ、効率的に造形を行うことが可能になる。また、造形用樹脂と支持部用樹脂との消費量を低減することもできる。

【0112】そして、ステージ 20 上に付着する樹脂は自然放熱、又は、ステージ 20 若しくは各分割ステージ 20 a の内部側に設けられた図示しない冷却手段によって冷却されて熔融状態から固体に変化して硬化する。

【0113】このようにしてステップ S70 において三次元造形物の一層分の断面体である層体の造形が行われるのである。

【0114】そして、一層分の造形が終了するとステップS8に進んで、駆動制御部12が三次元造形物の造形が完了したかどうかを判断し、「NO」と判断された場合はステップS4からの処理を繰り返し、「YES」と判断された場合は造形動作は終了する。

【0115】なお、ステップS4に戻った場合は、ステージ20を造形された一層の高さ寸法分を下降させ、次の層の造形時においてノズルヘッド15とステージ20上に積層されていく造形物との位置関係を適切な位置関係に修正する。そしてステージの移動後、ステップS5において必要であれば充填部材搬送部45をさらに駆動して充填部材2の補充を行うことでステージ20の造形面側に形成される突出形状を再形成する。最初に充填部材搬送部45を駆動することにより充填部材2を配置して突出形状を形成するときには、ステージ20とノズルヘッド15との間隔から充填部材2の高さ寸法は制限されている。このため、積層が進むにつれてステージ20aとノズルヘッド15との間隔が広がっていくのに従って充填部材搬送部45を再駆動させて充填部材2を積み上げていくように構成すれば三次元造形物を造形する際の樹脂およびインクの吐出量を著しく低減することが可能になり、その結果効率的かつ安価に三次元造形物の造形を行うことができるのである。

【0116】なお、高精度に作る場合、または、造形された一層分の厚さより断面データを作成するときに用いた積層厚さに関する情報が小さいときには、一層ごとにカッターで削って高さをそろえるようにしてもよい。また、造形された一層分の厚さより断面データを作成するときに用いた積層厚さに関する情報が大きいときは、実際の積層厚さが断面データ作成時に用いた厚さに達するまで同じ断面データに基づいて造形を繰り返すようにしてもよいし、一層分の造形の際に1つの場所に複数滴ずつ積んでいくようにしてもよい。

【0117】それ以後は上記の動作を繰り返すことにより、一層目の上側に二層目の新たな層体が積層されるのである。そして、このような動作を断面体の数の分だけ繰り返すことにより、ステージ20上に一層ごとのカラー化された層体が順次積層されていき最終的に造形対象物の三次元造形物21がステージ20上に造形されるのである。そして造形される三次元造形物21には充填部材2による突出形状に応じた形状となる。また、オーバーハング支持部22も分割ステージ20aによる突出形状に応じた形状となる。

【0118】この実施形態のようにステージ20上における突出形状を充填部材2によって形成することで、第1の実施の形態で説明したような造形後に充填部材2を三次元造形物の凹形状部分に充填するという工程が必要でなくなるため、さらに効率的な造形が実現できるのである。

【0119】図20は図19のフローチャートのステッ

プS4～S8を繰り返すことによって造形が行われる過程を示す図である。図20に示すように三次元造形物の造形を行う場合、所定数の層体の造形が行われる度に充填部材2を補充（積層）していくことで、その充填部材2が設けられた部分への三次元造形物42の造形の際の樹脂およびインクの吐出を省略することが可能になる。

【0120】まず、図20(a)に示すように充填部材搬送部45が充填部材2をステージ20上の所定位置に配置する。このとき、充填部材2がノズルヘッド35と接触しないことが条件となるため、充填部材2を複数個積み重ねる場合であっても充填部材2がノズルヘッド35に接触しない程度にしておく（図20(b)）。そして、この状態で充填部材2が配置された部分以外の造形を行う領域にノズルヘッド15より樹脂またはインクを吐出していく（図20(c)）。そして、造形が進み、ステージ20が下降するのに伴って、必要に応じて、ステージ20上に配置されている充填部材2の上側にさらに充填部材2を補充し、樹脂またはインクを吐出して造形を行っていく（図20(d)）。そして造形が完了すると、三次元造形物42の裏面側に充填部材2が充填された状態となる（図20(e)）。

【0121】このように充填部材2を配置することによってステージ20の造形面側に突出形状を形成する構成を採用すれば、三次元造形物42の裏面側に充填部材2が充填することができ、充填部材2の配置される部分において使用される造形用の樹脂の使用量を低減することができるとともに、造形速度の高速化を図ることが可能になる。この結果、三次元造形物42の制作コストを低減し、効率的な造形を行うことができるのである。また、このような充填部材2をオーバーハング形状の支持部43にも配置することで支持部用樹脂の使用量の低減を行うことも可能になる。

【0122】そして、この実施の形態のように、充填部材2をステージ20上に配置するようにすれば、第1の実施の形態のように三次元造形物の裏面側が凹形状となることを回避することができる。

【0123】三次元造形物42がオーバーハング形状を有する場合には、図19に示すフローチャートが終了したときにはオーバーハング支持部43が一体となって造形されている（図18参照）。このため、造形完了後、三次元造形物を支持部用樹脂の融点よりも高く、かつ、他の樹脂の融点よりも低い温度下に置くことでオーバーハング支持部43のみを熔融させて取り除く。このように支持部用樹脂を使用することによって造形対象物が複雑な形状であってもその三次元造形物を生成することができるのである。

【0124】このように図20に示す造形過程では、ステージ20の造形面が複数の小領域に分割されて設けられた分割ステージ20aを特に駆動する必要はない。しかしながら、充填部材搬送部45と分割ステージ20a

との双方を駆動するようにすれば、図 20 に示す造形過程よりもさらに造形の際の効率化を図ることができる。

【0125】図 21 は、充填部材搬送部 45 と分割ステージ 20 a との双方を駆動することで造形を行う過程を示す図である。なお、この図 21 に示すような造形を行う場合には、充填部材 2 のステージ側に接する面積と、分割ステージ 20 a の造形面の面積とがほぼ等しいことが前提となる。

【0126】まず、図 21 (a) に示すように、各分割ステージ 20 a が最大限高い位置まで駆動された状態で、充填部材搬送部 45 が充填部材 2 を分割ステージ 20 a 上に配置する。そして、各分割ステージ 20 a を充填部材 2 が 1 個配置されるごとに充填部材 2 の高さ寸法分だけ下降させる。この動作を繰り返すことによって、三次元造形物 42 の造形過程で必要な全ての充填部材 2 をステージ 20 上に配置完了する。

【0127】そして、樹脂またはインクによる造形を行う際に、充填部材 2 の配置された分割ステージ 20 a を 1 段階（1 個の充填部材 2 の高さ寸法分）上昇させることによって、ステージ 20 上に突出形状を形成する。そして、突出形状を形成する充填部材 2 がノズルヘッド 35 と接触しない程度まで、ステージ 20 を移動させて造形を開始する（図 21 (b)）。そして、造形が進み、ステージ 20 が下降するのに伴って、充填部材 2 の配置された分割ステージ 20 a を 1 段階（1 個の充填部材 2 の高さ寸法分）ずつ上昇させていくことで突出形状の追加を行いつつ、樹脂またはインクの吐出による造形を行っていく（図 20 (c)）。そして造形が完了すると、三次元造形物 42 の裏面側に充填部材 2 が充填された状態となる（図 21 (d), (e)）。

【0128】このように充填部材搬送部 45 と分割ステージ 20 a との双方を駆動することによってステージ 20 の造形面側に突出形状を形成する構成を採用すれば、充填部材搬送部 45 による充填部材 2 の補充回数を削減することができ、さらに効率的な造形が可能になる。なお、このことはオーバーハング形状の支持部 43 にも適用可能であることは明らかである。

【0129】また、充填部材搬送部 45 と分割ステージ 20 a との双方を駆動することによってステージ 20 の造形面側に突出形状を形成する場合は、充填部材搬送部 45 と分割ステージ 20 a とが突出形状形成手段として機能するのである。

【0130】三次元造形物 42 がオーバーハング形状を有する場合には、図 19 に示すフローチャートが終了したときにはオーバーハング支持部 43 が一体となって造形されている（図 18 参照）。このため、造形完了後、三次元造形物 42 を支持部用樹脂の融点よりも高く、かつ、造形用樹脂の融点よりも低い温度下に置くことでオーバーハング支持部 43 のみを溶融させて取り除く。このように支持部用樹脂を使用することによって造形対象

物が複雑な形状であってもその三次元造形物を生成することができるのである。

【0131】なお、この実施の形態においても各分割ステージ 20 b を駆動するための小領域駆動手段は第 1 の実施の形態で説明したものと同様である。

【0132】＜2-3. 彩色について＞次に、この実施形態における造形過程での彩色について説明する。この実施形態では、三次元造形物 42 の造形用として樹脂を使用するとともに、Y, M, C, W の 4 色のインクを吐出していくことによって三次元造形物 42 の造形過程での彩色を行っている。

【0133】吐出ノズル 35 a ~ 35 c のそれぞれからは減色混合によって異なる色成分を表現することができる Y, M, C の各色成分のインクが吐出される一方、吐出ノズル 35 d からはホワイトのインクが吐出される。また、吐出ノズル 36 a からは三次元造形物 42 の造形用となる無着色の樹脂が吐出される。

【0134】このように吐出ノズル 36 a から吐出される三次元造形物 42 の造形用として無着色の樹脂を使用することにより三次元造形物 42 の立体形状を造形することができるとともに、各吐出ノズル 35 a ~ 35 d から吐出される微小なインクの液滴の集合によってその三次元造形物 42 の表面に混色あるいは色の階調を表現することができる。

【0135】一般に、彩色を行うためには Y, M, C の三原色のインクを混色すればよいが、色の濃淡を表現するためには三原色に加えて白色のインクを吐出し混色することが有効となる。このため、この実施形態では Y, M, C の 3 色のインクに加えて W のインクを使用するのである。しかしながら、第 1 の実施の形態で説明したように吐出ノズル 36 a から吐出される造形用樹脂が白色のものを使用する場合には、特に W のインクを使用する必要はない。なぜなら、この実施形態では造形用樹脂を基材としてその樹脂に対してインクを吐出して着色するように構成されているため、基材となる樹脂の白色を利用すれば白色インクは必要でないからである。

【0136】そして、Y, M, C, W の各色成分のインクをステージ 20 上に吐出される造形用樹脂に対して付着させていくことにより、三次元造形物 42 に対して適切な彩色を施すことが可能になる。

【0137】なお、この実施形態において三次元造形物 42 に彩色を施す際の各インクの吐出形態は、第 1 の実施の形態と同様である。すなわち、図 11 ないし図 14 の各図はこの実施形態における各インクの吐出形態を示しており、その詳細は第 1 の実施の形態におけるものと同様であるのでここではその説明を省略する。

【0138】このようにこの実施形態では、三次元造形物 42 を造形する際に使用する材料として Y, M, C, W のインクと、造形用樹脂を使用することにより、造形過程において三次元造形物に造形対象物に与えた彩色を

施していくことができる。

【0139】なお、吐出ノズル35a～35cから吐出されるインクはそれぞれ他の色成分（例えば、R（赤）、G（緑）、B（青）等）のインクであってもよいが、Y、M、Cの三原色のインクを使用してこれらを混合することにより、三次元造形物42に中間色等の全ての色成分の彩色することができるという効果がある。

【0140】さらに、三次元造形物42に黒色を再現する場合には、Y、M、Cの三色を吐出することで黒色を表現することができるが、より鮮明な黒色を再現するために別途黒色のインクを吐出するための吐出ノズルを設けてもよい。

【0141】＜2-4. ノズルヘッドの構成＞次に、この三次元造形装置30におけるノズルヘッド35の構成例について説明する。

【0142】ノズルヘッド35における各吐出ノズル35a～35d、36a、36bはそれぞれに圧電アクチュエータ等の圧力発生手段が設けられており、当該圧力発生手段によってノズル内部に供給されるインクまたは溶融状態の樹脂に対して一定の圧力が付与されてノズル先端部から液滴状のインクまたは樹脂が吐出されるように構成されている。

【0143】このような構成にすることにより、駆動制御部12が各吐出ノズル35a～35d、36a、36bの圧力発生手段を独立に駆動制御することが可能になり、それによって各色のインクや樹脂の吐出を個別に制御することができるのである。

【0144】また、このようにノズルヘッド35に設けられる各吐出ノズルが個別に制御可能であることから、ノズルヘッド35の構成例についてもいくつかの実施例が考えられる。

【0145】まず第1に、上記のように個別に制御可能なノズルヘッド35では、図18に示すような複数の吐出ノズル35a～35d、36a、36bが直線状に配置されたノズルユニットをさらに複数個並設することが考えられる。

【0146】図22は、三次元造形物に彩色を施すためのノズルヘッド35の構成の一例を示す図であり、図22(a)は三原色および白色の4種類のインクを吐出するとともに、造形用の樹脂と支持部用樹脂との2種類の樹脂を吐出する構成例を示しており、(b)はこれに加えて黒色のインクを吐出する構成例を示しており、

(c)は造形用樹脂として白色の樹脂を使用し、インクの色をY、M、C以外のB、G、Rと黒色との4色を使用する構成例を示している。なお、Yはイエローのインク、Mはマゼンタのインク、Cはシアン色のインク、Wはホワイトのインク、Paは造形用樹脂、Pbは支持部用樹脂、Kは黒色のインク、Bは青のインク、Gは緑のインク、Rは赤のインク、Pは白色の樹脂をそれぞれ吐出するための吐出ノズルである。

【0147】図22に示すようにインク用の複数の吐出ノズル35a～35hが直線状に配置されたものがY方向に2列に設けられており、さらにこのインク用の吐出ノズル35a～35hのX方向側には造形用樹脂と支持部用樹脂との吐出ノズル36a～36cが設けられて1つのノズルユニット37を構成している。そして、このノズルユニット37をY方向に複数個並設することによって複数の吐出ノズルをマトリクス状に配置することができ、それによって効率よく、かつ確実に彩色造形を行うことが可能になる。例えば、このノズルヘッド35をX方向に移動させると、ノズルヘッド35のY方向の幅を1走査分として同時に造形および彩色することができるため、効率よく造形と彩色とを行うことができ、造形時間の短縮化を図ることが可能になる。

【0148】一般的に樹脂とインクとの粘度を比較するとインクの粘度の方が低いため、インクを液滴として吐出させるための圧力発生手段は樹脂を液滴として吐出させる圧力発生手段よりも小規模で構成することができる。つまり、インク用の吐出ノズル35a～35hは樹脂用の吐出ノズル36a～36cよりも小規模に構成することができ、その結果、インク用の吐出ノズル35a～35hのノズル径を樹脂用のノズル径よりも小さくすることができるのである。

【0149】そこで、この実施形態では、図22(a)～(c)に示すようにインク用の吐出ノズル35a～35hのノズル径が樹脂用の吐出ノズル35a～36cに比べて小さくなるように構成する。このような構成とすることにより、インクが吐出される際の液滴を樹脂の液滴に比べて小さくすることができ、三次元造形物42に対して高精細な彩色を行うことが可能になる。

【0150】なお、図22(a)～(c)においては吐出ノズル35a～35hのノズル径は吐出ノズル36a～36cノズル径の約1/2となっているが、これに限定されるものではなくインクと樹脂との粘度に基づいて任意のノズル径を採用してもよいことは明らかである。

【0151】そして、これら各吐出ノズルの軸（すなわち吐出方向）はそれぞれ平行になるように配置されており、ノズルヘッド35の吐出ノズル36aから造形用樹脂を吐出し、ノズルヘッド35がさらにX方向に移動していく過程においてインク用の各吐出ノズル35a～35dからそれぞれ所定のタイミングでインクを吐出することにより、ステージ20上において樹脂に着色が行われる。つまり、ノズルヘッド35のX方向またはY方向への移動タイミングに合わせて駆動制御部12が時系列的にインクと樹脂とを吐出させることで造形と彩色とを造形過程において同時に行うことができるのである。

【0152】なお、図22(c)においては支持部用樹脂を吐出する吐出ノズルが設けられていないが、オーバーハング形状に対応しないような三次元造形装置の場合には支持部用樹脂の吐出ノズルは設ける必要はない。



【0153】次に第2に、上記のように個別に制御可能なノズルヘッド35では、造形用の樹脂を吐出する吐出ノズル36aの周囲にインクを吐出する吐出ノズル35a~35dを配置することも考えられる。

【0154】図23はこのような配置構成の概念を示す図であり、(a)は側方からみた概念図であり、(b)は上方からみた概念図である。図23(b)に示すように吐出ノズル35a~35dは造形用樹脂の吐出ノズル36aの周囲に同心円状に配置されており、図23

(a)に示すようにインク用の各吐出ノズル35a~35dの各軸(吐出方向)を造形用樹脂の吐出ノズル36aの軸と交差するように配置することで、吐出ノズル36aから吐出される樹脂に対してインクによる着色を行うことができ、それによって造形過程において彩色を同時に行っていくことが可能になる。なお、図23においては吐出ノズル35a~35dの各軸と吐出ノズル36aの軸とが交差する位置はステージ20の造形面若しくは既にステージ20上に形成されている層体の上端面である。

【0155】また、図24は図23の構成を若干変形したものであり、(a)は側方からみた概念図であり、

(b)は上方からみた概念図である。図24(b)に示すように吐出ノズル35a~35dは造形用樹脂の吐出ノズル36aの周囲に同心円状に配置されている点、および、図24(a)に示すようにインク用の各吐出ノズル35a~35dの各軸と吐出ノズル36aの軸とが交差するように配置されている点は図23に示す構成と同様であるが、各軸の交差する位置が異なり、図24の構成では各吐出ノズルの軸が交差する位置は、ステージ20若しくはステージ20上に形成された層体と吐出ノズルとの空間内に規定されている。つまり、吐出ノズル36aから造形用樹脂が吐出されるとその樹脂がステージ20上若しくは層体上に着弾する前にインクによる着色が施されるのである。この図24のような構成とすることにより、各吐出ノズルと樹脂の着弾位置との高さ寸法の制限を無くすることが可能になる。

【0156】図23の構成では、各吐出ノズルの軸の交差する位置は樹脂による着弾位置(造形位置)と一致しているため、一層分の層体を形成するごとにその層体の厚さ分だけステージ20を下降させていく必要がある。これに対して図24の構成では、吐出ノズル36aから吐出された樹脂は飛翔中にインク液滴が付着することによって着色され、その後、造形位置に着弾するように構成されるので、着弾位置は各吐出ノズルの軸の交差する位置よりも下方でありさえすれば問題はないため、一層分の層体を形成するごとにその層体の厚さ分だけステージ20を下降させていく必要がなくなるのである。

【0157】なお、図23および図24の構成例でも、上記と同様にインク用の吐出ノズル35a~35dのノズル径が樹脂用の吐出ノズル35aに比べて小さくなる

ように構成することが好ましい。このような構成とすることにより、インクが吐出される際の液滴を樹脂の液滴に比べて小さくすることができ、三次元造形物42に対して高精細な彩色を行うことが可能になる。

【0158】そして、図23または図24のように構成された吐出ノズル35a~35d、36aを1つのノズルユニット37としたときに、このノズルユニット37を図25に示すように複数個配置することで、効率よくかつ確実に彩色造形を行うことが可能になる。なお、図25(a)は図23または図24のノズルユニット37をY方向に直線状に配置したノズルヘッド35の例を示しており、図25(b)はXY平面内に配置したノズルヘッド35の例を示している。図25(a)の構成のノズルヘッド35をX方向に走査することで造形の隙間が生じる場合には、図25(b)の構成を採用すればよい。

【0159】＜3. 特徴的作用効果＞上記各実施形態においては、造形対象物を平行な複数の面で切断した各断面に対応する層体を所定の材料を吐出することによって形成し、そのような層体を順次積層していくことで造形対象物の三次元造形物を生成する三次元造形装置10、30について説明した。そして、三次元造形装置は、層体を順次積層していくための造形面を有するステージ20と、そのステージ20の造形面上に所定の突出形状を形成させる突出形状形成手段とを備えるように構成されている。そして、突出形状形成手段によって突出形状が形成された造形面上に三次元造形物を造形していくことで、突出形状部分については造形の必要がなくなるため、三次元造形物の造形を効率よくかつ安価に行うことが可能になるのである。

【0160】また、突出形状形成手段を、造形面が複数の小領域に分割され、それぞれの小領域ごとに設けられた複数の分割ステージ20aと、複数の分割ステージ20aを造形面に垂直な方向にそれぞれ個別に駆動させる小領域駆動手段20bとで構成することにより、ステージ20の造形面上に形成される突出形状を任意の形成にすることができる。

【0161】この場合において、小領域駆動手段20bを、直線方向の駆動を行う直線式駆動手段を用いてその直線方向を造形面に垂直な方向として構成することにより、また、回転方向の駆動を行う回転式駆動手段と回転方向の駆動を造形面に垂直な方向となる直線方向への駆動に変換する駆動変換手段とによって構成することにより、各分割ステージ20aを造形面に垂直な方向に適切に駆動させることができる。

【0162】また、突出形状形成手段を、所定形状の充填部材2を造形面上に搬送するとともに所定位置に配置する充填部材搬送手段を備えて構成することにより、造形過程において充填部材2を三次元造形物に含めて造形することができるので、さらに効率よくかつ安価に行う



ことが可能になる。

【0163】<4. 変形例>以上、この発明に係る三次元造形装置および三次元造形方法についての一実施形態を詳細に説明したが、この発明は上記説明したものに限定されるものではない。

【0164】例えば、上記説明においてはノズルヘッド15、35をステージ20に対して相対的に移動させるために、ノズルヘッド15、35はXY平面内を移動し、積層厚さ方向すなわちZ方向の移動は三次元造形物を載せるステージ20を昇降移動させることによって行う例を示した。しかしながら、これに限定されるものではなく、ステージ20が固定でノズルヘッド15、35がXYZ空間内を移動するように構成してもよい。ただし、ノズルヘッド15、35のステージ20に対する相対的位置関係を高精度かつ高効率で制御することを望む場合には、それぞれの移動軸を別途に独立して設けることが好ましい。

【0165】また、上記説明のように、一層ごとの造形に伴ってステージ20を移動（下降）させていく場合には、積層厚さ方向の造形精度を向上させるために、前回積層した層体の高さ寸法を光電型センサ等の距離計測手段で計測し、それによって次に積層する層体の高さ寸法を予測してその高さ位置までステージ20を移動させるように構成することがより好ましい。

【0166】また、上記説明は造形面がXY平面に平行である場合（つまり水平である場合）についてのものではあったが、造形面は特に水平面である必要はない。

【0167】なお、第1の実施の形態で説明したノズルヘッド15と、第2の実施の形態で説明した突出形状形成手段とを組み合わせてもよく、逆に、第2の実施の形態で説明したノズルヘッド35と、第1の実施の形態で説明した突出形状形成手段とを組み合わせてもよいことは言うまでもない。

【0168】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の三次元造形装置によれば、層体を順次積層していくための造形面を有するステージと、ステージの造形面上に所定の突出形状を形成させる突出形状形成手段とを備えて構成され、突出形状が形成された造形面上に三次元造形物を生成することを特徴とするため、突出形状部分については造形の必要がなくなるので、三次元造形物の造形を効率よくかつ安価に行うことが可能になる。

【0169】請求項2に記載の三次元造形装置によれば、突出形状形成手段は、造形面が複数の小領域に分割され、それぞれの小領域ごとに設けられた複数の分割ステージと、複数の分割ステージを造形面に垂直な方向にそれぞれ個別に駆動させる小領域駆動手段とを備えて構成されるため、ステージの造形面上に形成される突出形状を任意の形成にすることができる。

【0170】請求項3に記載の三次元造形装置によれ

ば、小領域駆動手段は、直線方向の駆動を行う直線式駆動手段であり、その直線方向を造形面に垂直な方向として構成されるため、各分割ステージを造形面に垂直な方向に適切に駆動させることができる。

【0171】請求項4に記載の三次元造形装置によれば、小領域駆動手段は、回転方向の駆動を行う回転式駆動手段と、回転方向の駆動を前記造形面に垂直な方向となる直線方向への駆動に変換する駆動変換手段とを備えて構成されるため、各分割ステージを造形面に垂直な方向に適切に駆動させることができる。

【0172】請求項5に記載の三次元造形装置によれば、突出形状形成手段は、所定形状の充填部材を造形面上に搬送するとともに所定位置に配置する充填部材搬送手段を備えて構成されるため、造形過程において充填部材が三次元造形物に含められて造形されるので、さらに効率よくかつ安価に造形を行うことが可能になる。

【0173】請求項6に記載の三次元造形方法によれば、層体を順次積層していくためのステージの造形面上に所定の突出形状を形成し、その突出形状が形成されたステージ上に所定の材料を吐出することによって層体を順次に積層していくため、突出形状部分については造形の必要がなくなるので、三次元造形物の造形を効率よくかつ安価に行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における三次元造形装置を示す概略図である。

【図2】ステージの詳細を示す図である。

【図3】第1の実施の形態における三次元造形装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図4】断面データの一例を示す図である。

【図5】断面データの一例を示す図である。

【図6】第1の実施の形態における造形が行われる過程を示す図である。

【図7】三次元造形物に充填部材を充填する過程を示す図である。

【図8】小領域駆動手段の一構成例を示す図である。

【図9】小領域駆動手段の一構成例を示す図である。

【図10】小領域駆動手段の一構成例を示す図である。

【図11】シアンについての階調表現の一例を示す図である。

【図12】淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。

【図13】彩色の一例を示す図である。

【図14】着色された樹脂等の吐出パターンを変化させる例を示す図である。

【図15】第1の実施の形態におけるノズルヘッドの構成の一例を示す図である。

【図16】第1の実施の形態における同心円状に配置された複数の吐出ノズルの構成の概念を示す図である。

【図17】第1の実施の形態におけるノズルヘッドの構

成の一例を示す図である。

【図 18】第 2 の実施の形態における三次元造形装置を示す概略図である。

【図 19】第 2 の実施の形態における三次元造形装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 20】第 2 の実施の形態における造形が行われる過程を示す図である。

【図 21】第 1 の実施の形態における充填部材搬送部と分割ステージとの双方を駆動することで造形を行う過程を示す図である。

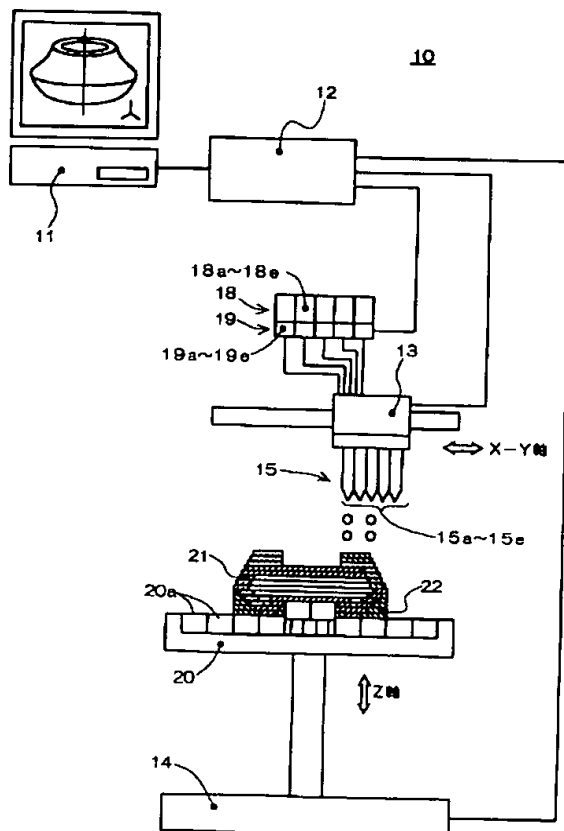
【図 22】第 2 の実施の形態におけるノズルヘッドの構成の一例を示す図である。

【図 23】第 2 の実施の形態における同心円状に配置された複数の吐出ノズルの一構成の概念を示す図である。

【図 24】第 2 の実施の形態における同心円状に配置された複数の吐出ノズルの一構成の概念を示す図である。

【図 25】第 2 の実施の形態におけるノズルヘッドの構成の一例を示す図である。

【図 1】



【図 26】従来の三次元造形装置を示す概略図である。

【符号の説明】

2 充填部材

10, 30 三次元造形装置

11 コンピュータ

12 駆動制御部 (制御手段)

13 XY方向駆動部

14 Z方向駆動部

15, 35 ノズルヘッド

10 15a~15e, 35a~35d, 36a, 36b 吐出ノズル

18, 38 タンク部

19, 39 溶融部

20 ステージ

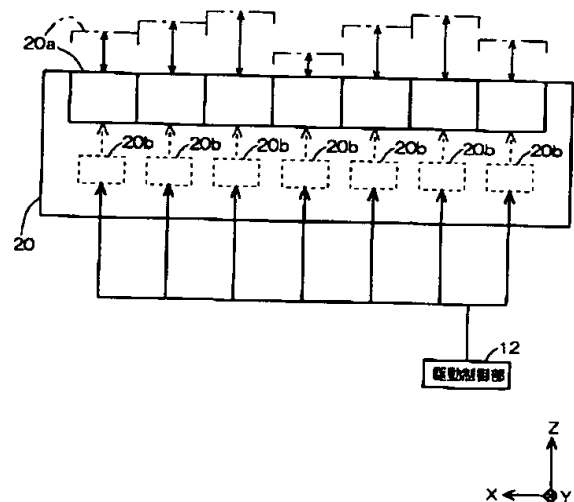
20a 分割ステージ

20b 小領域駆動手段

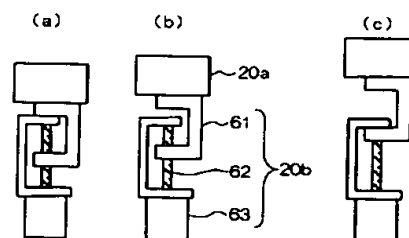
21, 42 三次元造形物

22, 43 オーバーハング支持部

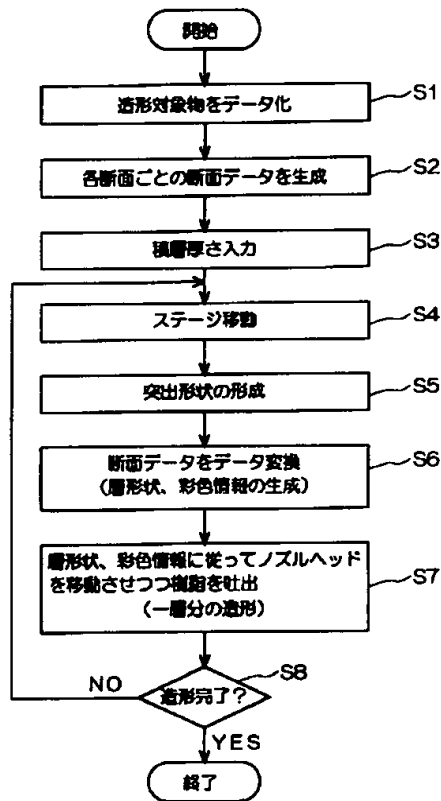
【図 2】



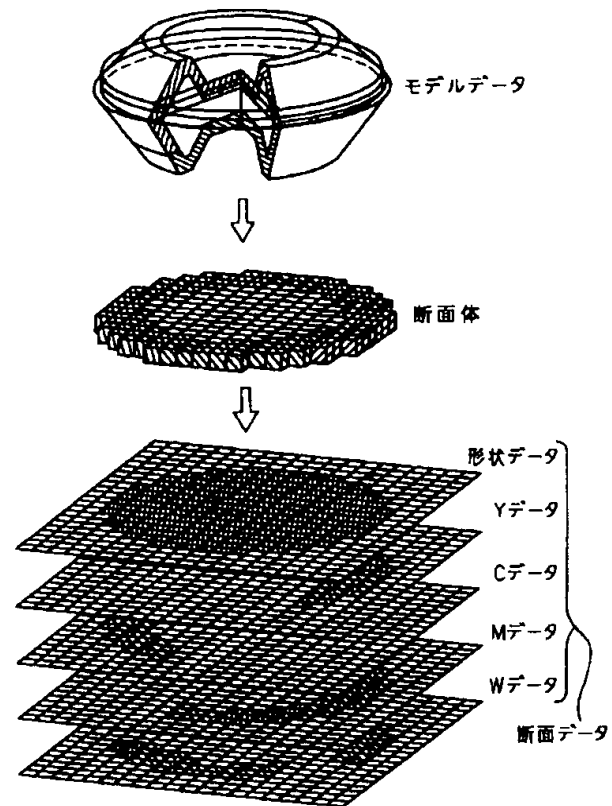
【図 8】



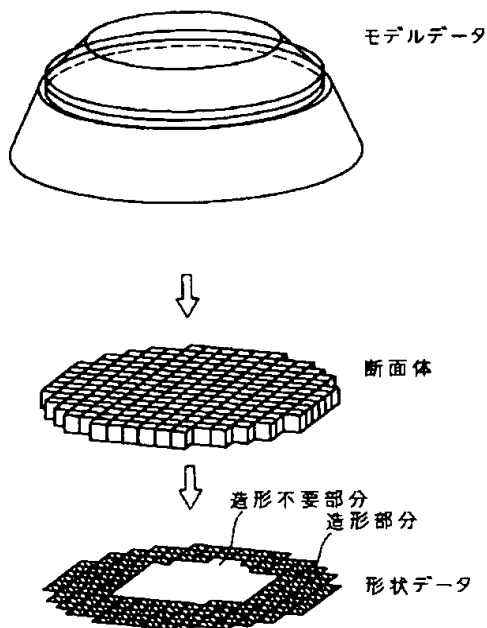
【図 3】



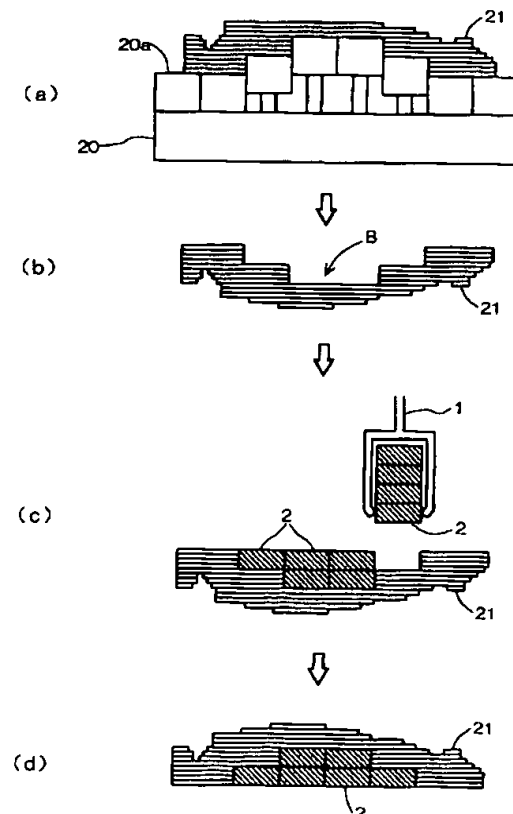
【図 4】



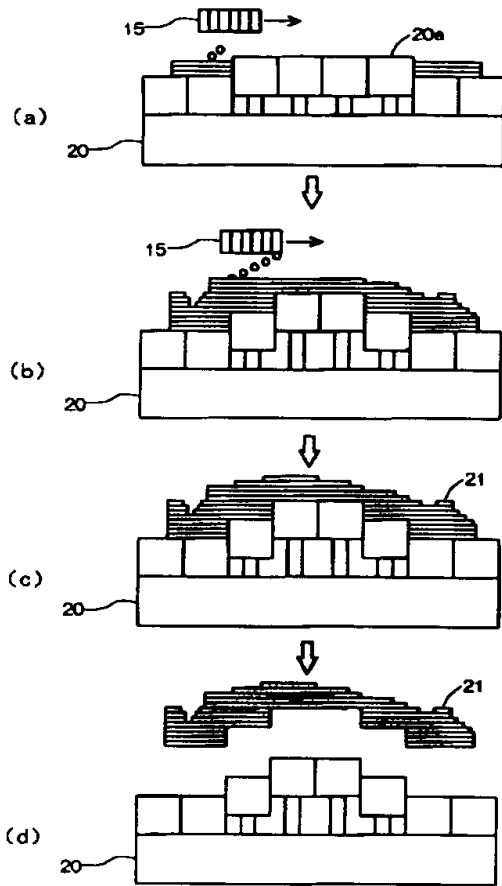
【図 5】



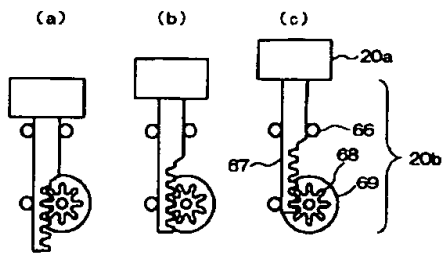
【図 7】



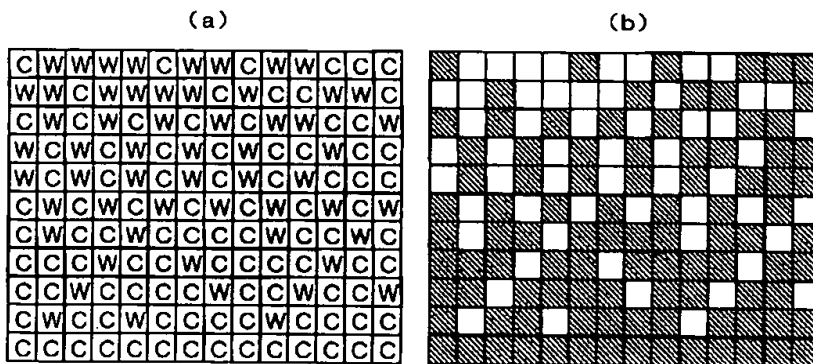
【図 6】



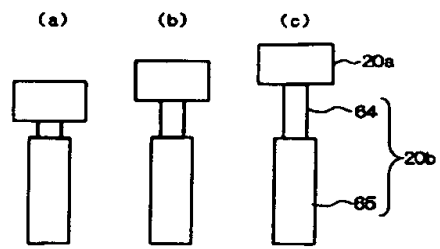
【図 10】



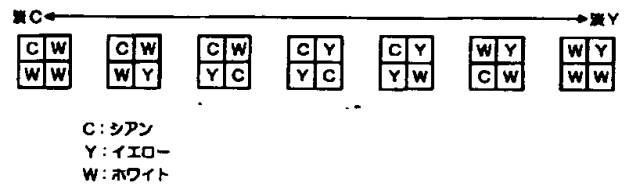
【図 13】



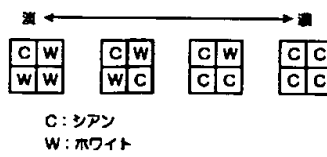
【図 9】



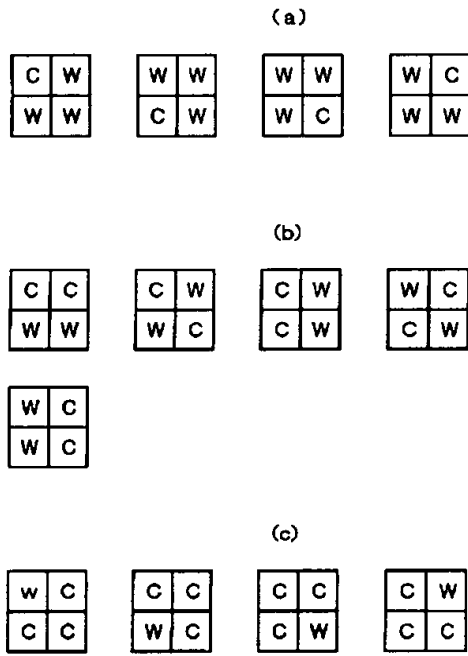
【図 12】



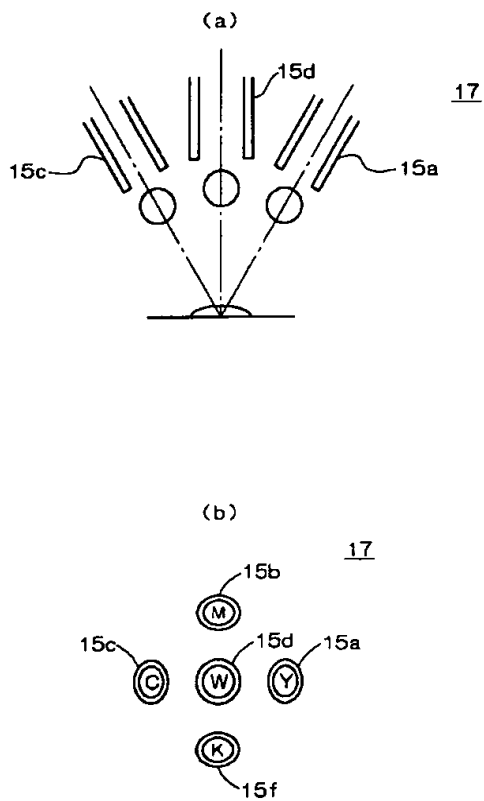
【図 11】



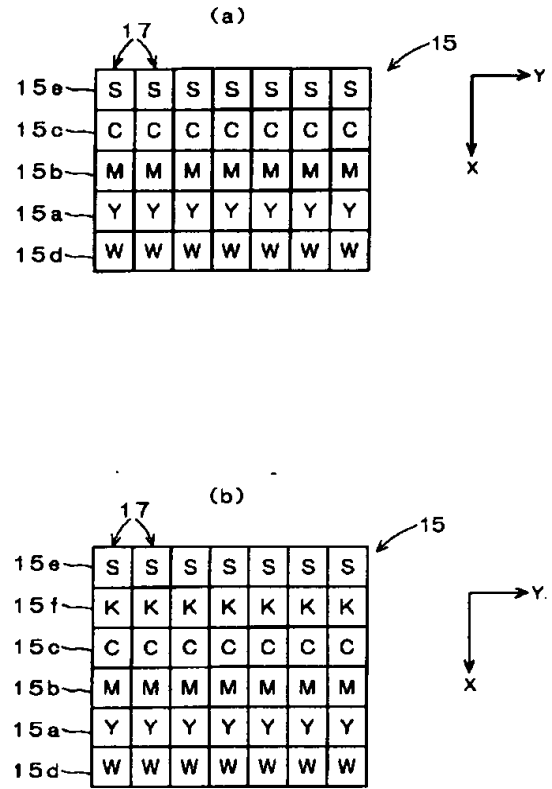
【図 14】



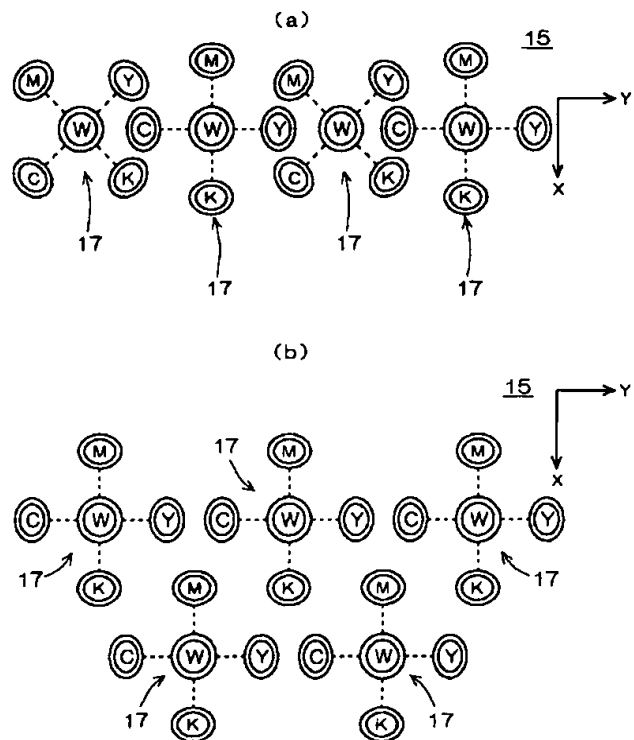
【図 16】



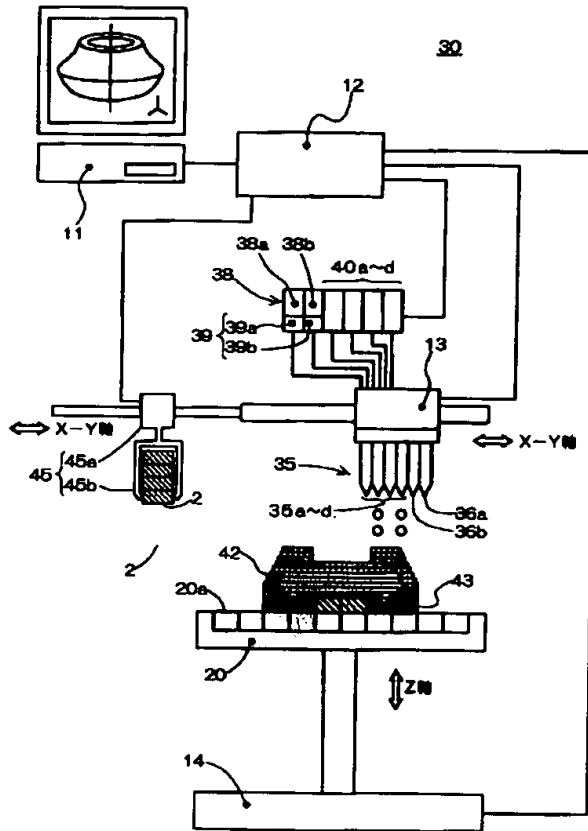
【図 15】



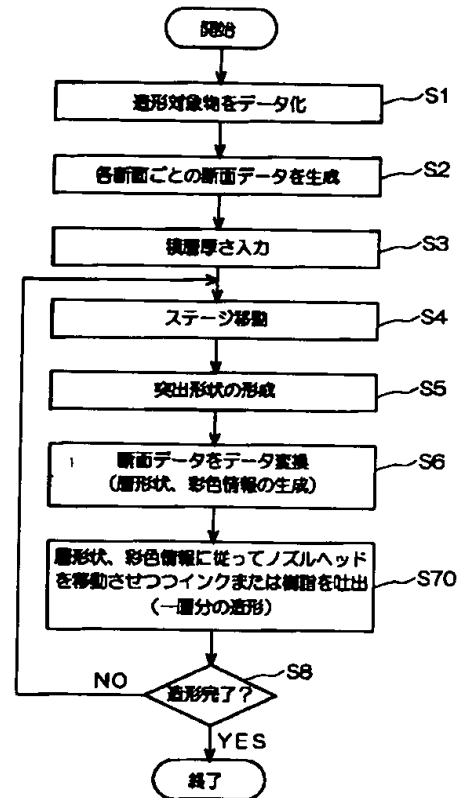
【図 17】



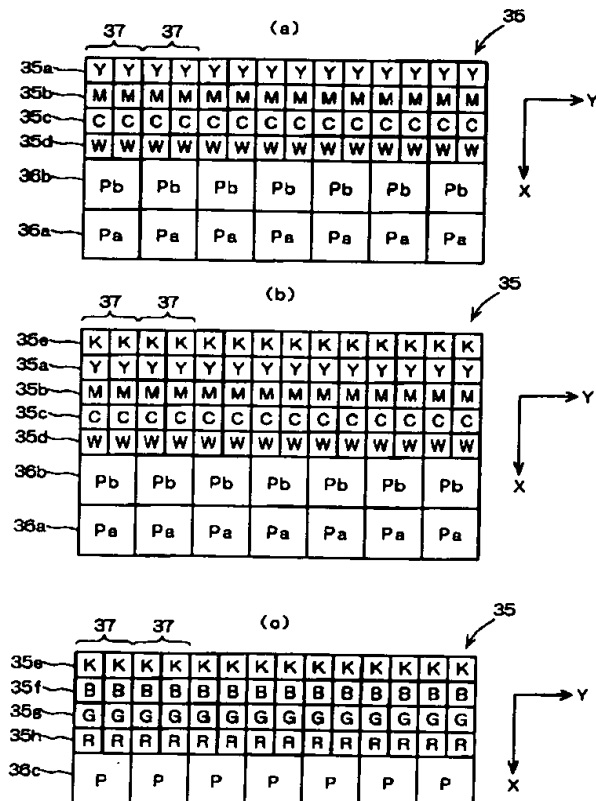
【図18】



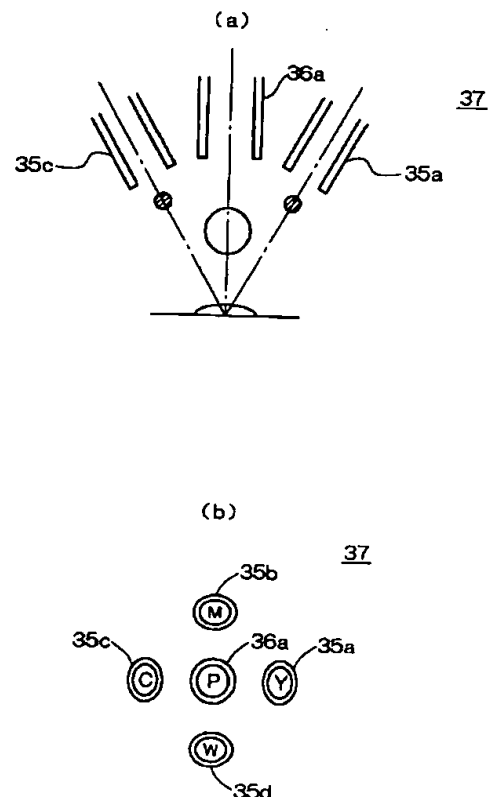
【図19】



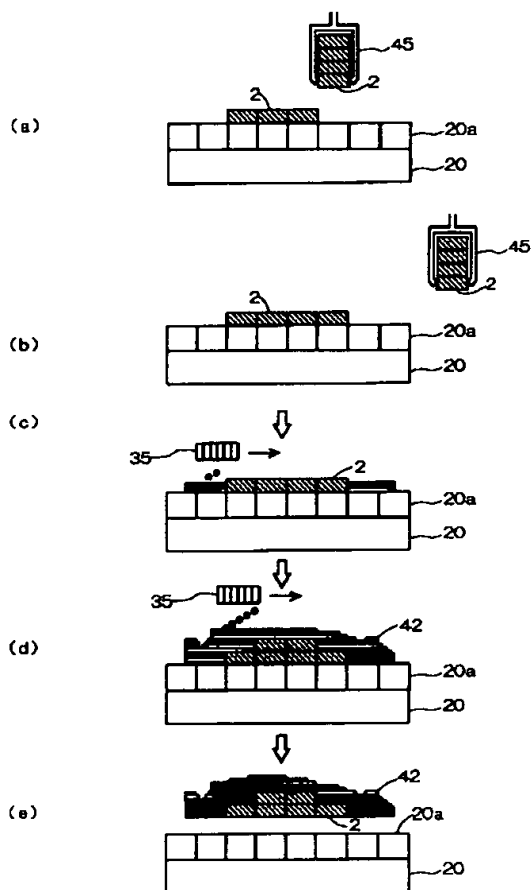
【図22】



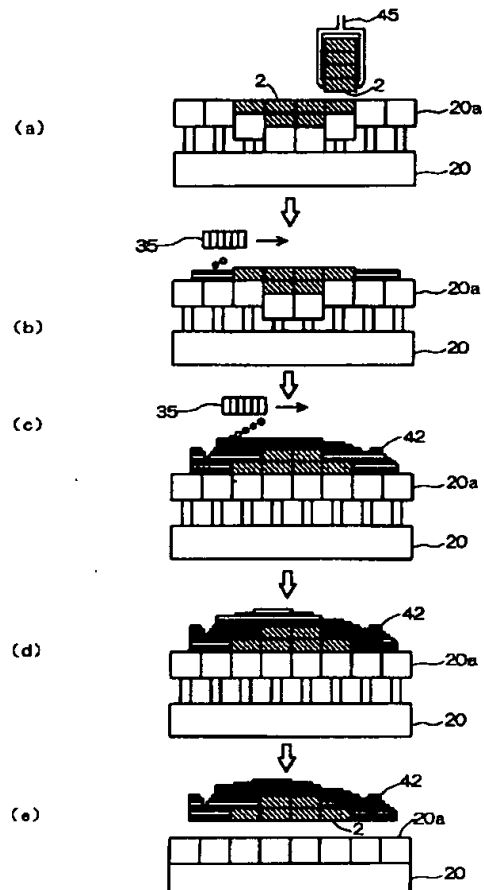
【図23】



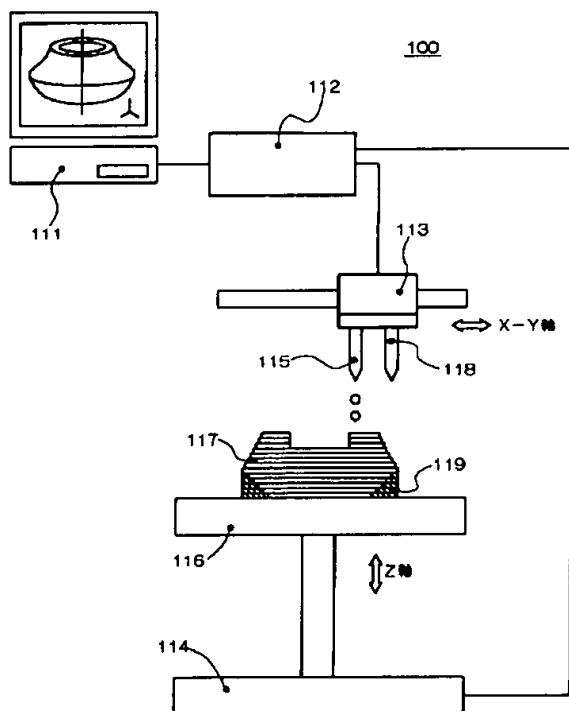
【図 20】



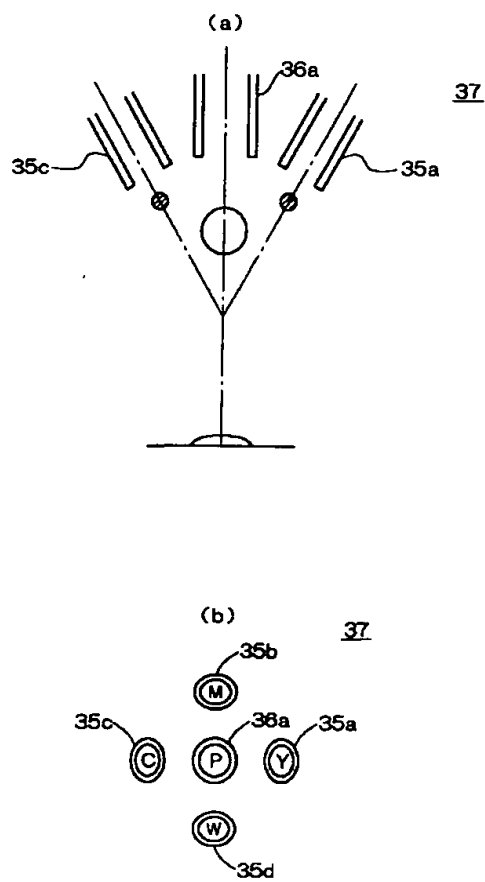
【図 21】



【図 26】



【図 24】



【図 25】

